

## 明細書

## 動力出力装置およびそれを備えた車両

## 5 技術分野

この発明は、動力出力装置およびそれを備えた車両に関し、特に、交流電圧を発生して外部交流負荷へ出力可能な動力出力装置およびそれを備えた車両に関する。

## 10 背景技術

特開 2002-218793 号公報は、モータジェネレータを動力源とするハイブリッド自動車 (Hybrid Vehicle) や電気自動車 (Electric Vehicle) に搭載される動力出力装置を開示する。この動力出力装置は、2つの3相コイルを同一のステータに巻回してなる2Yモータまたは2つのモータジェネレータと、その2Yモータまたは2つのモータジェネレータにそれぞれ対応する2つのインバータと、その2Yモータまたは2つのモータジェネレータの中性点間に接続される直流電源とを備える。そして、この動力出力装置によれば、2つのインバータを制御して2Yモータまたは2つのモータジェネレータの中性点間の電位差を直流電源の電圧より小さくしたり大きくしたりすることによって、インバータ入力電圧を広い範囲内で調整することができる。

一方、従来より、ハイブリッド自動車や電気自動車に搭載される動力出力装置を用いてハイブリッド自動車等を交流電源として利用する提案がなされている。すなわち、非常・災害時の非常用電源や、キャンプ地など周囲に商用電源設備がないときの商用電源として、ハイブリッド自動車等を利用しようというものである。そして、このような利用方法は、ハイブリッド自動車等の商品価値を高めるものである。

特開 2002-374604 号公報は、二次電池を搭載した自動車において AC100V 出力を可能とする技術を開示する。この自動車は、二次電池と、二次電池からの電力を用いて AC100V 出力を行なう専用の AC100V インバー

タとを備え、二次電池のSOC (State of Charge) その他システムの状態に基づいてAC100V出力の制限を可能とする。この自動車によれば、このようなAC100V出力の制限により二次電池からの電力を用いて駆動モータを良好に制御できるので、車両の良好な駆動制御を確保することができる。5  
とともに、二次電池からの電力を用いてAC100V出力を行なうことができる。

上述したように、ハイブリッド自動車等を交流電源として利用することが望まれているが、特開2002-218793号公報に開示された動力出力装置は、交流電力を発生して外部へ出力することができない。

また、特開2002-374604号公報に開示された自動車は、AC100Vの外部出力を可能とし、かつ、車両の良好な駆動制御を確保できるものとして有用であるが、電圧を効率よく利用して最大限の交流電力を得るという観点からの考慮はなされていない。また、この自動車は、AC100V出力用に専用のインバータを設ける必要があり、車両の小型化や軽量化、低コスト化などが阻害されるおそれがある。10

15

#### 発明の開示

この発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、その目的は、効率的に電圧を利用して最大限の交流電力を外部へ出力可能な動力出力装置を提供することである。

また、この発明の別の目的は、効率的に電圧を利用して最大限の交流電力を外部へ出力可能な動力出力装置を備えた車両を提供することである。20

この発明によれば、動力出力装置は、第1および第2のモータジェネレータと、第1および第2のモータジェネレータにそれぞれ接続され、電圧供給線から入力電圧を受ける第1および第2のインバータと、入力電圧を用いて第1および第2のモータジェネレータの中性点間に交流電圧を発生させるように、第1および第2のインバータの動作を制御する制御装置とを備える。制御装置は、第1および第2のモータジェネレータへの電圧指令の最大値と最小値との中間値が入力電圧の中間電位となるように第1および第2のインバータを協調制御する。25

好ましくは、制御装置は、入力電圧を用いて第1および第2のモータジェネレ

ータの少なくとも一方を駆動させるように、第1および/または第2のインバータの動作をさらに制御する。

好ましくは、制御装置は、中間値を演算し、かつ、その演算した中間値を第1および第2のモータジェネレータの各相電圧指令から減算することによって第1  
5 および第2のインバータを協調制御する協調制御部を含む。

好ましくは、制御装置は、第1および第2のモータジェネレータの内部インピーダンスによる電圧降下を補償する電圧補償部を含む。

好ましくは、電圧補償部は、第1および第2のモータジェネレータの中性点間に流される交流電流に基づいて電圧補償値を演算し、その演算した電圧補償値を用いて第1および第2のモータジェネレータの中性点間に発生させる交流電圧の  
10 指令値を補正する。

好ましくは、動力出力装置は、直流電源と、直流電源から出力される直流電圧を昇圧して電圧供給線に出力する昇圧コンバータとをさらに備える。制御装置は、直流電源からの直流電圧を入力電圧に昇圧するように、昇圧コンバータの動作を  
15 さらに制御する。

また、この発明によれば、車両は、上述したいずれかの動力出力装置と、動力出力装置の第1のモータジェネレータに連結される内燃機関と、動力出力装置の第2のモータジェネレータに連結され、第2のモータジェネレータによって駆動される駆動輪とを備える。動力出力装置の制御装置は、入力電圧を用いて第1および第2のモータジェネレータを駆動させ、かつ、第1および第2のモータジェネレータの中性点間に交流電圧を発生させるように、動力出力装置の第1および第2のインバータの動作を制御する。第1および第2のモータジェネレータは、互いの中性点間に発生した交流電圧を中性点間に電氣的に接続される外部電気負荷へ出力する。  
20

この発明による動力出力装置においては、制御装置は、入力電圧を用いて第1および第2のモータジェネレータの中性点間に交流電圧を発生させるように、第1および第2のインバータの動作を制御する。そして、制御装置は、第1および第2のモータジェネレータへの電圧指令の最大値と最小値との中間値が入力電圧の中間電位となるように第1および第2のインバータを協調制御するので、第1  
25

および第 2 のインバータによる電圧制御可能範囲、すなわち第 1 および第 2 のインバータの入力電圧の負極側電位から正極側電位までの電圧範囲を超えて、第 1 および第 2 のインバータからの電圧指令が生成されることが極力回避される。

したがって、この発明によれば、歪みの少ない最大限の交流電力を生成して外部交流負荷へ出力することができる。また、逆の見方をすれば、第 1 および第 2 のインバータの入力電圧を必要最小限に抑えることができるので、システムの安全性が向上する。

また、この発明による動力出力装置においては、制御装置は、第 1 および第 2 のモータジェネレータの内部インピーダンスによる電圧降下を補償する電圧補償部を含むので、第 1 および第 2 のインバータからの電圧指令の精度が向上する。したがって、この発明によれば、出力される交流電圧の変動を抑制することができる。

また、この発明による車両においては、上述したいずれかの動力出力装置が備えられるので、交流電圧を発生して外部へ出力するための専用のインバータを別途設ける必要がない。したがって、この発明によれば、車両の小型化や軽量化、低コスト化などが阻害されることはない。

そして、この発明による車両によれば、動力出力装置の制御装置は、内燃機関に連結される第 1 のモータジェネレータおよび駆動輪に連結されてその駆動輪を駆動する第 2 のモータジェネレータを駆動させ、かつ、第 1 および第 2 のモータジェネレータの中性点間に交流電圧を発生させるように、動力出力装置の第 1 および第 2 のインバータの動作を制御するので、第 1 のモータジェネレータによって回生発電を行ない、かつ、第 2 のモータジェネレータによって駆動輪に駆動トルクを発生しつつ、第 1 および第 2 のモータジェネレータの中性点間に交流電圧を発生して外部交流負荷へ出力することができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、この発明の実施の形態 1 による動力出力装置の概略ブロック図である。

図 2 は、図 1 に示すモータジェネレータに流される電流を説明するための図である。



図 3 は、インバータのデューティの総和および交流電圧  $V_{ac}$  の波形図である。

図 4 は、図 1 に示す協調制御装置の協調制御に係る部分の構成を示す機能ブロック図である。

5 図 5 は、モータジェネレータの第 1 の電圧波形図である。

図 6 は、モータジェネレータの第 2 の電圧波形図である。

図 7 は、モータジェネレータの第 3 の電圧波形図である。

図 8 は、この発明の実施の形態 2 による動力出力装置においてモータジェネレータに流される電流を説明するための図である。

10 図 9 は、デューティの総和および交流電圧の波形図である。

図 10 は、この発明の実施の形態 2 における協調制御装置の協調制御に係る部分の構成を示す機能ブロック図である。

図 11 は、この発明の実施の形態 3 における協調制御装置の協調制御に係る部分の構成を示す機能ブロック図である。

15 図 12 は、この発明の実施の形態 2 または実施の形態 3 による動力出力装置が搭載されたハイブリッド自動車のパワートレインを示すブロック図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

20 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

##### 〔実施の形態 1〕

25 図 1 は、この発明の実施の形態 1 による動力出力装置 100 の概略ブロック図である。図 1 を参照して、この動力出力装置 100 は、バッテリー B と、昇圧コンバータ 10 と、インバータ 20, 30 と、AC コンセント 40 と、協調制御装置 50 と、コンデンサ C と、電圧センサ 52 と、電流センサ 54, 56, 58, 60, 62 と、回転センサ 64, 66 と、電源ライン PL1, PL2 と、接地ライン SL と、U 相ライン UL1, UL2 と、V 相ライン VL1, VL2 と、W 相ライン WL1, WL2 と、AC 出力ライン ACL1, ACL2 とを備える。

モータジェネレータ MG1 は、たとえば、3 相交流同期電動機からなる。モー

タジェネレータMG 1は、エンジンENGからの回転力を用いて交流電圧を発生し、その発生した交流電圧をインバータ20へ出力する。また、モータジェネレータMG 1は、インバータ20から受ける交流電圧によって駆動力を発生し、エンジンENGの始動を行なう。モータジェネレータMG 2も、たとえば、3相交流同期電動機からなる。モータジェネレータMG 2は、モータジェネレータMG 1とともにモータジェネレータMG 1、MG 2の中性点間に交流電圧を発生させる。そして、モータジェネレータMG 1、MG 2は、その中性点間に発生した交流電圧をAC出力ラインACL 1、ACL 2を介してACコンセント40へ出力する。

直流電源であるバッテリーBは、たとえば、ニッケル水素やリチウムイオン等の二次電池からなる。バッテリーBは、発生した直流電圧を昇圧コンバータ10へ出力し、また、昇圧コンバータ10から出力される直流電圧によって充電される。

昇圧コンバータ10は、リアクトルLと、npn型トランジスタQ 1、Q 2と、ダイオードD 1、D 2とを含む。リアクトルLは、電源ラインPL 1に一端が接続され、npn型トランジスタQ 1、Q 2の接続点に他端が接続される。npn型トランジスタQ 1、Q 2は、電源ラインPL 2と接地ラインSLとの間に直列に接続され、協調制御装置50からの制御信号PWCをベース端子に受ける。そして、各npn型トランジスタQ 1、Q 2のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すようにダイオードD 1、D 2がそれぞれ接続される。

インバータ20は、U相アーム22、V相アーム24およびW相アーム26を含む。U相アーム22、V相アーム24およびW相アーム26は、電源ラインPL 2と接地ラインSLとの間に並列に接続される。U相アーム22は、直列に接続されたnpn型トランジスタQ 11、Q 12からなり、V相アーム24は、直列に接続されたnpn型トランジスタQ 13、Q 14からなり、W相アーム26は、直列に接続されたnpn型トランジスタQ 15、Q 16からなる。また、各npn型トランジスタQ 11～Q 16のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD 11～D 16がそれぞれ接続されている。そして、各相アームにおける各npn型トランジスタの接続点は、U、V、

W各相ラインUL1, VL1, WL1を介してモータジェネレータMG1のU, V, W各相コイルの反中性点側にそれぞれ接続される。

インバータ30は、U相アーム32、V相アーム34およびW相アーム36を含む。U相アーム32、V相アーム34およびW相アーム36は、電源ラインPL2と接地ラインSLとの間に並列に接続される。U相アーム32は、直列に接続されたnpn型トランジスタQ21, Q22からなり、V相アーム34は、直列に接続されたnpn型トランジスタQ23, Q24からなり、W相アーム36は、直列に接続されたnpn型トランジスタQ25, Q26からなる。また、各npn型トランジスタQ21~Q26のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD21~D26がそれぞれ接続されている。そして、インバータ30においても、各相アームにおける各npn型トランジスタの接続点は、U, V, W各相ラインUL2, VL2, WL2を介してモータジェネレータMG2のU, V, W各相コイルの反中性点側にそれぞれ接続される。

コンデンサCは、電源ラインPL2と接地ラインSLとの間に接続され、電圧変動に起因するインバータ20, 30および昇圧コンバータ10への影響を低減する。

昇圧コンバータ10は、協調制御装置50からの制御信号PWCに基づいて、npn型トランジスタQ2のスイッチング動作に応じて流れる電流をリアクトルLに磁場エネルギーとして蓄積することによってバッテリーBからの直流電圧を昇圧し、その昇圧した昇圧電圧をnpn型トランジスタQ2がオフされたタイミングに同期してダイオードD1を介して電源ラインPL2へ出力する。また、昇圧コンバータ10は、協調制御装置50からの制御信号PWCに基づいて、電源ラインPL2を介してインバータ20から受ける直流電圧をバッテリーBの電圧レベルに降圧してバッテリーBを充電する。

インバータ20は、協調制御装置50からの制御信号PWM1に基づいて、電源ラインPL2から受ける直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG1へ出力する。これにより、モータジェネレータMG1は、所望のトルクを発生するように駆動される。また、インバータ20は、協調制御装置50からの制

御信号PWM1に基づいて、モータジェネレータMG1によって回生発電された交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧を電源ラインPL2へ出力する。インバータ30は、協調制御装置50からの制御信号PWM2に基づいて、電源ラインPL2から受ける直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG2へ出力する。

ここで、ACコンセント40に接続された外部交流負荷への交流電圧の出力要求がなされると、インバータ20、30は、モータジェネレータMG1、MG2の中性点間に交流電圧を発生させる。すなわち、インバータ20、30は、それぞれ協調制御装置50からの制御信号PWM1、PWM2に基づいて、モータジェネレータMG1、MG2の中性点の電位を所望の交流周波数で変動させる。

さらに、ここで、インバータ20、30は、モータジェネレータMG1、MG2の中性点間に交流電圧を発生させる際、モータジェネレータMG1、MG2への電圧指令の最大値と最小値との中間値がインバータ20、30の入力電圧の中間電位（インバータ20、30の入力電圧の正極側電位と負極側電位との中間電位）となるように、協調制御装置50からの制御信号PWM1、PWM2に基づいて協調動作する。このインバータ20、30の協調動作については、後ほど詳しく説明する。

ACコンセント40は、モータジェネレータMG1、MG2の中性点間に発生した交流電圧を外部交流負荷へ出力するための出力端子であり、各電気機器の電源用コンセントや家庭の非常用電源のコンセントなどが接続される。ACコンセント40は、モータジェネレータMG1、MG2の中性点にそれぞれ接続されるAC出力ラインACL1、ACL2と接続される。

電圧センサ52は、コンデンサCの端子間電圧すなわちインバータ20、30の入力電圧Vdcを検出して協調制御装置50へ出力する。電流センサ54、56は、モータジェネレータMG1のモータ電流を検出するためのセンサであり、それぞれU相ラインUL1およびV相ラインVL1に配設される。そして、電流センサ54、56は、モータジェネレータMG1のU相電流Iu1およびV相電流Iv1をそれぞれ検出して協調制御装置50へ出力する。電流センサ58、60は、モータジェネレータMG2のモータ電流を検出するためのセンサであり、



それぞれU相ラインUL2およびV相ラインVL2に配設される。そして、電流センサ58, 60は、モータジェネレータMG2のU相電流 $I_u2$ およびV相電流 $I_v2$ をそれぞれ検出して協調制御装置50へ出力する。電流センサ62は、AC出力ラインACL1に配設され、モータジェネレータMG1, MG2によって発生された交流電流 $I_{ac}$ を検出して協調制御装置50へ出力する。回転センサ64, 66は、モータジェネレータMG1の回転位置 $\theta_1$ およびモータジェネレータMG2の回転位置 $\theta_2$ をそれぞれ検出して協調制御装置50へ出力する。

協調制御装置50は、モータジェネレータMG1のトルク指令値 $TR1$ およびモータ回転数、バッテリーBのバッテリー電圧、ならびにインバータ20, 30の入力電圧 $V_{dc}$ に基づいて、昇圧コンバータ10を駆動するための制御信号PWCを生成し、その生成した制御信号PWCを昇圧コンバータ10へ出力する。なお、バッテリーBのバッテリー電圧は、図示されない電圧センサによって検出され、モータジェネレータMG1の回転数は、回転センサ64によって検出された回転位置 $\theta_1$ に基づいて算出される。

また、協調制御装置50は、モータジェネレータMG1のモータ電流およびトルク指令値 $TR1$ 、インバータ20の入力電圧 $V_{dc}$ 、ならびにモータジェネレータMG1の回転位置 $\theta_1$ に基づいて、モータジェネレータMG1を駆動するための制御信号PWM1を生成する。

ここで、ACコンセント40に接続された外部交流負荷への交流電圧の出力要求がなされると、協調制御装置50は、モータジェネレータMG1, MG2の中性点間に交流電圧が発生するように、インバータ20における上アームのnpn型トランジスタQ11, Q13, Q15と下アームのnpn型トランジスタQ12, Q14, Q16とのデューティの総和を制御しつつ制御信号PWM1を生成する。

さらに、協調制御装置50は、モータジェネレータMG1, MG2の中性点間に交流電圧が発生するように、インバータ30における上アームのnpn型トランジスタQ21, Q23, Q25および下アームのnpn型トランジスタQ22, Q24, Q26のオンデューティを制御して制御信号PWM2を生成する。

さらに、ここで、モータジェネレータMG1, MG2の中性点間に交流電圧を

発生させる際、協調制御装置 50 は、モータジェネレータ MG 1, MG 2 の電圧指令の最大値と最小値との中間値がインバータ 20, 30 の入力電圧の中間電位となるようにインバータ 20, 30 を協調して動作させる。このインバータ 20, 30 の協調動作については、後ほど協調制御装置 50 の協調制御に係る部分の機能ブロック図を用いて詳しく説明する。

図 2 は、図 1 に示したモータジェネレータ MG 1, MG 2 に流される電流を説明するための図である。なお、この図 2 においては、交流電圧  $V_{ac}$  の発生とともにモータジェネレータ MG 1 の回生駆動が同時に行なわれている場合の電流の流れが示されている。また、この図 2 では、モータジェネレータ MG 1 の中性点 N 1 からモータジェネレータ MG 2 の中性点 N 2 へ交流電流  $I_{ac}$  が流される場合について示される。

図 2 を参照して、U, V, W 各相ライン  $UL1$ ,  $VL1$ ,  $WL1$  に接続されるインバータ 20 (図示せず) は、協調制御装置 50 (図示せず、以下同じ。) からの制御信号 PWM 1 に基づいてスイッチング動作を行ない、電流成分  $I_{u1\_t}$ ,  $I_{u1\_ac}$  からなる U 相電流をモータジェネレータ MG 1 の U 相コイルに流し、電流成分  $I_{v1\_t}$ ,  $I_{v1\_ac}$  からなる V 相電流をモータジェネレータ MG 1 の V 相コイルに流し、電流成分  $I_{w1\_t}$ ,  $I_{w1\_ac}$  からなる W 相電流をモータジェネレータ MG 1 の W 相コイルに流す。

また、U, V, W 各相ライン  $UL2$ ,  $VL2$ ,  $WL2$  に接続されるインバータ 30 (図示せず) は、協調制御装置 50 からの制御信号 PWM 2 に基づいてスイッチング動作を行ない、モータジェネレータ MG 2 の U, V, W 各相コイルに U 相電流  $I_{u2\_ac}$ 、V 相電流  $I_{v2\_ac}$  および W 相電流  $I_{w2\_ac}$  をそれぞれ流す。

ここで、電流成分  $I_{u1\_t}$ ,  $I_{v1\_t}$ ,  $I_{w1\_t}$  は、モータジェネレータ MG 1 に回生トルクを発生させるための電流である。また、電流成分  $I_{u1\_ac}$ ,  $I_{v1\_ac}$ ,  $I_{w1\_ac}$  は、モータジェネレータ MG 1 の中性点 N 1 から AC 出力ライン  $ACL1$  へ交流電流  $I_{ac}$  を流すための電流であり、U 相電流  $I_{u2\_ac}$ 、V 相電流  $I_{v2\_ac}$  および W 相電流  $I_{w2\_ac}$  は、AC 出力ライン  $ACL2$  からモータジェネレータ MG 2 の中性点 N 2 へ交流電流  $I_{ac}$

を流すための電流である。電流成分  $I_{u1\_ac}$ ,  $I_{v1\_ac}$ ,  $I_{w1\_ac}$  および  $U$ ,  $V$ ,  $W$  各相電流  $I_{u2\_ac}$ ,  $I_{v2\_ac}$ ,  $I_{w2\_ac}$  は、互いに同じ大きさであり、モータジェネレータ  $MG1$ ,  $MG2$  のトルクに寄与しない。そして、電流成分  $I_{u1\_ac}$ ,  $I_{v1\_ac}$ ,  $I_{w1\_ac}$  の合計値および  $U$ ,  $V$ ,  $W$  各相電流  $I_{u2\_ac}$ ,  $I_{v2\_ac}$ ,  $I_{w2\_ac}$  の合計値の各々が交流電流  $I_{ac}$  となる。

図3は、インバータ20, 30のデューティの総和および交流電圧  $V_{ac}$  の波形図である。図3を参照して、曲線  $k1$  は、インバータ20のスイッチング制御におけるデューティの総和の変化を示し、曲線  $k2$  は、インバータ30のスイッチング制御におけるデューティの総和の変化を示す。ここで、デューティの総和とは、各インバータにおける上アームのオンデューティから下アームのオンデューティを減算したものである。図3において、デューティの総和が正のときは、対応するモータジェネレータの中性点電位がインバータ入力電圧  $V_{dc}$  の中間電位  $V_{dc}/2$  よりも高くなることを示し、デューティの総和が負のときは、中性点電位が中間電位  $V_{dc}/2$  よりも低くなることを示す。

この実施の形態1による動力出力装置100においては、協調制御装置50は、インバータ20のデューティの総和を曲線  $k1$  に従って商用交流周波数で周期的に変化させる。また、協調制御装置50は、商用交流周波数からなる同位相の  $U$ ,  $V$ ,  $W$  各相電流  $I_{u2\_ac}$ ,  $I_{v2\_ac}$ ,  $I_{w2\_ac}$  をモータジェネレータ  $MG2$  に流し、かつ、インバータ30のデューティの総和が曲線  $k2$  に従うように、インバータ30のスイッチング制御を行なう。

ここで、インバータ30のデューティの総和は、インバータ20のデューティの総和が変化する位相を反転した位相で周期的に変えられる。また、インバータ30は、同位相の  $U$ ,  $V$ ,  $W$  各相電流  $I_{u2\_ac}$ ,  $I_{v2\_ac}$ ,  $I_{w2\_ac}$  をモータジェネレータ  $MG2$  に流すので、実際には、協調制御装置50は、インバータ30に対して、デューティの総和が正のときは、インバータ30の各相アームの下アームをオフし、かつ、上アームのオンデューティを曲線  $k2$  に従って制御し、デューティの総和が負のときは、インバータ30の各相アームの上アームをオフし、かつ、下アームのオンデューティを曲線  $k2$  に従って

制御する。

そうすると、時刻  $t_0 \sim t_1$  において、モータジェネレータMG1の中性点N1の電位は、インバータ入力電圧の中間電位  $V_{dc}/2$  よりも高くなり、モータジェネレータMG2の中性点N2の電位は、中間電位  $V_{dc}/2$  よりも低くなり、  
5 中性点N1, N2間に正側の交流電圧  $V_{ac}$  が発生する。ここで、ACコンセン  
ト40に外部交流負荷が接続されると、インバータ20の上アームから下アーム  
に流れ込むことができない余った電流が中性点N1からAC出力ラインACL1、  
外部交流負荷およびAC出力ラインACL2を介して中性点N2へ流れ、中性点  
N2からインバータ30の各相アームの下アームへ流れる。

10 時刻  $t_1 \sim t_2$  においては、中性点N1の電位は、中間電位  $V_{dc}/2$  よりも  
低くなり、中性点N2の電位は、中間電位  $V_{dc}/2$  よりも高くなり、中性点N  
1, N2間に負側の交流電圧  $V_{ac}$  が発生する。そして、インバータ30の各相  
アームの上アームから中性点N2、AC出力ラインACL2、外部交流負荷およ  
びAC出力ラインACL1を介して中性点N1へ電流が流れ、中性点N1からイ  
15 ンバータ20の下アームへ電流が流れる。

このようにして、インバータ20, 30は、モータジェネレータMG1, MG  
2の中性点N1, N2間に交流電圧  $V_{ac}$  を発生させる。

次に、インバータ20, 30の協調動作について説明する。

図4は、図1に示した協調制御装置50の協調制御に係る部分の構成を示す機  
20 能ブロック図である。図4を参照して、協調制御装置50は、電流変換部102  
と、MG1電流指令演算部104と、PI制御部106, 108と、変換部11  
0と、AC電圧指令生成部112と、協調制御部114と、PWM信号生成部1  
16とを含む。協調制御部114は、最大値演算部118と、最小値演算部12  
0と、平均値算出部122とからなる。

25 電流変換部102は、回転センサ64によって検出されたモータジェネレータ  
MG1の回転位置  $\theta_1$  を用いて、電流センサ54, 56によってそれぞれ検出さ  
れたU相電流  $I_{u1}$  およびV相電流  $I_{v1}$  をd軸電流  $I_{d1}$  およびq軸電流  $I_{q1}$   
1に変換する。MG1電流指令演算部104は、モータジェネレータMG1のト  
ルク指令値  $T_{R1}$  に基づいて、d, q軸におけるモータジェネレータMG1の電



流指令  $I_{d1r}$ ,  $I_{q1r}$  を算出する。

PI 制御部 106 は、電流変換部 102 からの d 軸電流  $I_{d1}$  と MG1 電流指令演算部 104 からの電流指令  $I_{d1r}$  との偏差を受け、その偏差を入力として比例積分演算を行ない、その演算結果を変換部 110 へ出力する。PI 制御部 108 は、電流変換部 102 からの q 軸電流  $I_{q1}$  と MG1 電流指令演算部 104 からの電流指令  $I_{q1r}$  との偏差を受け、その偏差を入力として比例積分演算を行ない、その演算結果を変換部 110 へ出力する。

変換部 110 は、モータジェネレータ MG1 の回転位置  $\theta_1$  を用いて、PI 制御部 106, 108 から受ける電圧指令をモータジェネレータ MG1 の U 相電圧指令  $V_{u1r}$ 、V 相電圧指令  $V_{v1r}$  および W 相電圧指令  $V_{w1r}$  に変換する。

AC 電圧指令生成部 112 は、モータジェネレータ MG1, MG2 の中性点間に発生させる交流電圧の電圧指令  $V_{acr}$  を生成し、その生成した電圧指令  $V_{acr}$  をモータジェネレータ MG2 の U 相電圧指令  $V_{u2r}$ 、V 相電圧指令  $V_{v2r}$  および W 相電圧指令  $V_{w2r}$  として出力する。

協調制御部 114 の最大値演算部 118 は、変換部 110 からの U 相電圧指令  $V_{u1r}$ 、V 相電圧指令  $V_{v1r}$  および W 相電圧指令  $V_{w1r}$ 、ならびに AC 電圧指令生成部 112 からの電圧指令  $V_{acr}$  の最大値を取得して出力する。最小値演算部 120 は、U 相電圧指令  $V_{u1r}$ 、V 相電圧指令  $V_{v1r}$  および W 相電圧指令  $V_{w1r}$ 、ならびに電圧指令  $V_{acr}$  の最小値を取得して出力する。平均値算出部 122 は、最大値演算部 118 からの出力と最小値演算部 120 からの出力との加算値を受け、その受けた加算値に  $1/2$  を乗算し、その演算結果を協調制御出力  $V_{co}$  として出力する。

そして、協調制御部 114 は、モータジェネレータ MG1 の U 相電圧指令  $V_{u1r}$ 、V 相電圧指令  $V_{v1r}$  および W 相電圧指令  $V_{w1r}$ 、ならびにモータジェネレータ MG2 の U 相電圧指令  $V_{u2r}$ 、V 相電圧指令  $V_{v2r}$  および W 相電圧指令  $V_{w2r}$  の各々から協調制御出力  $V_{co}$  を減算し、その各演算結果をモータジェネレータ MG1, MG2 の最終電圧指令として PWM 信号生成部 116 へ出力する。

PWM 信号生成部 116 は、協調制御部 114 から受けるモータジェネレータ

MG 1, MG 2 の各相電圧指令およびインバータ 20, 30 の入力電圧  $V_{dc}$  に基づいて、インバータ 20 に対応する PWM (Pulse Width Modulation) 信号  $P_{u1}$ ,  $P_{v1}$ ,  $P_{w1}$  およびインバータ 30 に対応する PWM 信号  $P_{u2}$ ,  $P_{v2}$ ,  $P_{w2}$  を生成し、その生成した PWM 信号  $P_{u1}$ ,  $P_{v1}$ ,  $P_{w1}$  を制御信号 PWM1 としてインバータ 20 へ出力し、PWM 信号  $P_{u2}$ ,  $P_{v2}$ ,  $P_{w2}$  を制御信号 PWM2 としてインバータ 30 へ出力する。

この協調制御装置 50 においては、協調制御部 114 は、モータジェネレータ MG 1 への電圧指令  $V_{u1}$ ,  $V_{v1}$ ,  $V_{w1}$  およびモータジェネレータ MG 2 への電圧指令  $V_{u2}$ ,  $V_{v2}$ ,  $V_{w2}$  の最大値および最小値の中間値を演算し、モータジェネレータ MG 1, MG 2 の各相電圧指令からその演算した中間値を減算した値をモータジェネレータ MG 1, MG 2 の最終電圧指令として出力する。すなわち、協調制御装置 50 は、モータジェネレータ MG 1, MG 2 の電圧指令の最大値および最小値の中間値がインバータ 20, 30 の入力電圧  $V_{dc}$  の中間電位となるようにインバータ 20, 30 を協調制御する。

図 5～図 7 は、モータジェネレータ MG 1, MG 2 の電圧波形図である。図 5 は、仮にモータジェネレータ MG 1, MG 2 の協調制御が行なわれない場合の電圧波形を示し、図 6 は、協調制御装置 50 によるモータジェネレータ MG 1, MG 2 の協調制御が行なわれた場合の電圧波形を示す。また、図 6 は、協調制御が行なわれない場合に交流電圧  $V_{ac}$  が歪んだ場合の電圧波形を示す。なお、この図 5～図 7 では、モータジェネレータ MG 1 が回生駆動されつつ、モータジェネレータ MG 1, MG 2 の中性点間に交流電圧  $V_{ac}$  が発生しているときの電圧波形が示され、モータジェネレータ MG 1, MG 2 における U 相電圧のみが代表的に示されている。

図 5 を参照して、曲線  $k_3$  は、協調制御無時のモータジェネレータ MG 1 の U 相電圧  $V_{u1}$  を示し、線  $k_{31}$ ,  $k_{32}$  は、協調制御無時のモータジェネレータ MG 1 の相電圧の包絡線を示す。曲線  $k_4$  は、協調制御無時のモータジェネレータ MG 2 の U 相電圧  $V_{u2}$  を示す。曲線  $k_8$  は、協調制御無時の交流電圧  $V_{ac}$  を示す。仮にインバータ 20, 30 の協調制御が行なわれない場合、曲線  $k_3$ ,  $k_4$  に示されるように、インバータ 20 は、モータジェネレータ MG 1 の中性点

電位を入力電圧 $V_{dc}$ の中間電位（図では電圧0）に制御し、インバータ30は、モータジェネレータMG2の中性点電位を交流電圧 $V_{ac}$ に制御する。すなわち、モータジェネレータMG2に対応するインバータ30のみが交流電圧 $V_{ac}$ の発生を負担し、モータジェネレータMG1に対応するインバータ20は、モータジェネレータMG1の回生駆動の負担のみである。

その結果、モータジェネレータMG1に印加される最大電圧 $V_1$ とモータジェネレータMG2に印加される最大電圧 $V_2$ との間にアンバランスが生じ、この図に示されるケースでは、モータジェネレータMG2に印加される最大電圧 $V_2$ がモータジェネレータMG1に印加される最大電圧 $V_1$ よりも大きくなる。そして、仮に最大電圧 $V_2$ がシステム電圧（インバータ20, 30の入力電圧 $V_{dc}$ ）を超えるような場合、電圧不足によって交流電圧 $V_{ac}$ に歪みが発生してしまう。

次に、図6を参照して、曲線k5は、協調制御有時のモータジェネレータMG1のU相電圧 $V_{u1}$ を示し、曲線k51, k52は、協調制御有時のモータジェネレータMG1の相電圧の包絡線を示す。曲線k6は、協調制御有時のモータジェネレータMG2のU相電圧 $V_{u2}$ を示す。曲線k7は、図4に示した協調制御部114における協調制御出力 $V_{co}$ を示す。曲線k9は、協調制御有時の交流電圧 $V_{ac}$ を示す。モータジェネレータMG1, MG2の協調制御が行なわれるこの実施の形態1の場合、曲線k5, k6に示されるように、インバータ20, 30は、モータジェネレータMG1, MG2への電圧指令の最大値および最小値の中間値が常にインバータ20, 30の入力電圧 $V_{dc}$ の中間電位（電圧0）となるように協調制御装置50によって協調制御される。すなわち、この図に示されるケースでは、モータジェネレータMG1に対応するインバータ20も、交流電圧 $V_{ac}$ の発生の一部を負担する。

その結果、モータジェネレータMG1, MG2に印加される最大電圧は、いずれも電圧 $V_3$ となり、モータジェネレータMG2に印加される最大電圧は、電圧 $V_2$ から電圧 $V_3$ に抑えられる。すなわち、モータジェネレータMG1, MG2に印加される最大電圧が制御可能範囲であるインバータ20, 30の入力電圧 $V_{dc}$ を超えるような事態は極力回避され、入力電圧 $V_{dc}$ が最大限に有効利用される。そして、電圧不足による交流電圧 $V_{ac}$ の歪みの発生は、極力回避される。

なお、曲線  $k_7$  で示される協調制御出力  $V_{co}$  は、モータジェネレータ  $MG_1$ ,  $MG_2$  の協調制御が行なわれていない場合におけるモータジェネレータ  $MG_1$ ,  $MG_2$  の電圧 (曲線  $k_3$ ,  $k_4$ ) の最大値および最小値の中間値に相当し、モータジェネレータ  $MG_1$ ,  $MG_2$  の電圧 (曲線  $k_3$ ,  $k_4$ ) から協調制御出力  $V_{co}$  (曲線  $k_7$ ) を減算した値が、モータジェネレータ  $MG_1$ ,  $MG_2$  の協調制御が行なわれている場合におけるモータジェネレータ  $MG_1$ ,  $MG_2$  の電圧 (曲線  $k_5$ ,  $k_6$ ) に相当する。

ここで、協調制御が行なわれる場合のモータジェネレータ  $MG_1$ ,  $MG_2$  の電圧 (曲線  $k_5$ ,  $k_6$ ) は、歪んだ波形となるが、モータジェネレータ  $MG_1$ ,  $MG_2$  の電圧の零相成分を同じ協調制御出力  $V_{co}$  で操作しているので、モータジェネレータ  $MG_1$ ,  $MG_2$  の中性点  $N_1$ ,  $N_2$  間の電位差である交流電圧  $V_{ac}$  (曲線  $k_9$ ) およびモータジェネレータ  $MG_1$ ,  $MG_2$  の動作には影響を与えない。

一方、図 7 を参照して、協調制御が行なわれない場合、交流電圧  $V_{ac}$  の出力値が大きくなり、モータジェネレータ  $MG_2$  の電圧指令値がシステム電圧  $V_{dc}$  以上になると、曲線  $k_{10}$  で示されるようにモータジェネレータ  $MG_2$  の電圧指令値が歪み、その結果、曲線  $k_{11}$  で示されるように交流電圧  $V_{ac}$  が歪んでしまう。これに対して、協調制御が行なわれる場合は、上述したようにモータジェネレータ  $MG_2$  の電圧指令値が抑制されるので、モータジェネレータ  $MG_2$  の電圧がシステム電圧  $V_{dc}$  を超えることはなく、図 6 の曲線  $k_9$  に示されるように、交流電圧  $V_{ac}$  は正常に生成される。

以上のように、この実施の形態 1 による動力出力装置 100 によれば、協調制御装置 50 は、モータジェネレータ  $MG_1$ ,  $MG_2$  への電圧指令の最大値と最小値との中間値がインバータ 20, 30 の入力電圧  $V_{dc}$  の中間電位となるようにインバータ 20, 30 を協調制御するので、インバータ 20, 30 による電圧制御可能範囲を超えてインバータ 20, 30 の電圧指令が生成されることが極力回避される。

したがって、歪みの少ない最大限の交流電力を生成して AC コンセント 40 に接続される外部交流負荷へ出力することができる。



また、別の観点からみれば、インバータ 20, 30 の入力電圧  $V_{dc}$  を必要最小限に抑えることができるので、システムの安全性が向上する。

#### [実施の形態 2]

実施の形態 1 では、モータジェネレータ MG 2 の駆動トルクは特に制御されず、  
5 モータジェネレータ MG 2 は、交流電圧  $V_{ac}$  の発生にのみ用いられたが、実施の形態 2 では、モータジェネレータ MG 2 のトルクも適切に制御しつつ、モータジェネレータ MG 1, MG 2 の中性点間に交流電圧  $V_{ac}$  を発生させることができる。

再び図 1 を参照して、実施の形態 2 による動力出力装置 100A は、実施の形  
10 態 1 による動力出力装置 100 の構成において、協調制御装置 50 に代えて協調制御装置 50A を備える。実施の形態 2 による動力出力装置 100A のその他の構成は、実施の形態 1 による動力出力装置 100 の構成と同じである。

この動力出力装置 100A は、たとえば、ハイブリッド自動車に搭載される。  
そして、モータジェネレータ MG 2 は、ハイブリッド自動車の駆動輪（図示せ  
15 ず）と連結され、駆動輪を駆動する電動機としてハイブリッド自動車に組み込まれる。すなわち、モータジェネレータ MG 2 は、インバータ 30 から受ける交流電圧によって車両の駆動トルクを発生し、回生制動時は、交流電圧を発生してインバータ 30 へ出力する。一方、エンジン ENG と連結されたモータジェネレータ MG 1 は、エンジン ENG によって駆動される発電機として動作し、かつ、エン  
20 ジン始動を行ない得る電動機として動作するものとしてハイブリッド自動車に組み込まれる。

そして、AC コンセント 40 に接続された外部交流負荷への交流電圧の出力要求がなされると、インバータ 20, 30 によってモータジェネレータ MG 1, MG 2 の中性点間に交流電圧が発生され、モータジェネレータ MG 1, MG 2 は、  
25 互いの中性点間に発生した交流電圧を AC 出力ライン ACL 1, ACL 2 を介して AC コンセント 40 へ出力する。

この実施の形態 2 においては、インバータ 30 は、協調制御装置 50A からの制御信号 PWM 2 に基づいて、電源ライン PL 2 から受ける直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータ MG 2 へ出力する。これにより、モータジェネレ

ータMG 2は、所望のトルクを発生するように駆動される。また、インバータ30は、モータジェネレータMG 2の回生制動時、協調制御装置50Aからの制御信号PWM 2に基づいて、モータジェネレータMG 2から出力される交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧を電源ラインPL 2へ出力する。

5     なお、昇圧コンバータ10およびモータジェネレータMG 1に対応するインバータ20の動作については、実施の形態1で説明したとおりである。

10     協調制御装置50Aは、モータジェネレータMG 1, MG 2のトルク指令値TR 1, TR 2およびモータ回転数、バッテリーBのバッテリー電圧、ならびにインバータ20, 30の入力電圧Vdcに基づいて、昇圧コンバータ10を駆動するための制御信号PWCを生成し、その生成した制御信号PWCを昇圧コンバータ10へ出力する。なお、モータジェネレータMG 2の回転数は、回転センサ66によって検出された回転位置 $\theta$  2に基づいて算出される。

また、協調制御装置50Aは、実施の形態1における協調制御装置50と同様に、モータジェネレータMG 1を駆動するための制御信号PWM 1を生成する。

15     さらに、協調制御装置50Aは、モータジェネレータMG 2のモータ電流およびトルク指令値TR 2、入力電圧Vdc、ならびにモータジェネレータMG 2の回転位置 $\theta$  2に基づいて、モータジェネレータMG 2を駆動するための制御信号PWM 2を生成する。

20     そして、ACコンセント40に接続された外部交流負荷への交流電圧の出力要求がなされると、協調制御装置50Aは、モータジェネレータMG 1, MG 2の中性点間に交流電圧が発生するように、インバータ20, 30における上下アームのデューティの総和を制御しつつ制御信号PWM 1, PWM 2を生成する。

25     ここで、協調制御装置50Aは、モータジェネレータMG 1, MG 2の電圧指令の最大値と最小値との中間値がインバータ20, 30の入力電圧の中間電位となるようにインバータ20, 30を協調して動作させる。この協調制御装置50Aによる協調制御については、後ほど詳しく説明する。

図8は、この発明の実施の形態2による動力出力装置100AにおいてモータジェネレータMG 1, MG 2に流される電流を説明するための図である。なお、この図8においては、交流電圧Vacの発生とともに、モータジェネレータMG

1 が回生駆動され、かつ、モータジェネレータMG 2 が力行駆動されている場合の電流の流れが示されている。また、この図 8 では、モータジェネレータMG 1 の中性点N 1 からモータジェネレータMG 2 の中性点N 2 へ交流電流  $I_{ac}$  が流される場合について示される。

- 5      図 8 を参照して、U, V, W各相ラインUL 1, VL 1, WL 1に接続されるインバータ2 0（図示せず）は、協調制御装置5 0 A（図示せず、以下同じ。）からの制御信号PWM 1に基づいてスイッチング動作を行ない、電流成分  $I_{u1\_t}$ ,  $I_{u1\_ac}$  からなるU相電流をモータジェネレータMG 1 のU相コイルに流し、電流成分  $I_{v1\_t}$ ,  $I_{v1\_ac}$  からなるV相電流をモータジェネレータMG 1 のV相コイルに流し、電流成分  $I_{w1\_t}$ ,  $I_{w1\_ac}$  からなるW相電流をモータジェネレータMG 1 のW相コイルに流す。

- 10      また、U, V, W各相ラインUL 2, VL 2, WL 2に接続されるインバータ3 0（図示せず）は、協調制御装置5 0 Aからの制御信号PWM 2に基づいてスイッチング動作を行ない、電流成分  $I_{u2\_t}$ ,  $I_{u2\_ac}$  からなるU相電流をモータジェネレータMG 2 のU相コイルに流し、電流成分  $I_{v2\_t}$ ,  $I_{v2\_ac}$  からなるV相電流をモータジェネレータMG 2 のV相コイルに流し、電流成分  $I_{w2\_t}$ ,  $I_{w2\_ac}$  からなるW相電流をモータジェネレータMG 2 のW相コイルに流す。

- 15      ここで、電流成分  $I_{u2\_t}$ ,  $I_{v2\_t}$ ,  $I_{w2\_t}$  は、モータジェネレータMG 2 に力行トルクを発生させるための電流であり、電流成分  $I_{u2\_ac}$ ,  $I_{v2\_ac}$ ,  $I_{w2\_ac}$  は、AC出力ラインACL 2からモータジェネレータMG 2 の中性点N 2 へ交流電流  $I_{ac}$  を流すための電流である。そして、電流成分  $I_{u1\_ac}$ ,  $I_{v1\_ac}$ ,  $I_{w1\_ac}$  の合計値および電流成分  $I_{u2\_ac}$ ,  $I_{v2\_ac}$ ,  $I_{w2\_ac}$  の合計値の各々が交流電流  $I_{ac}$  となる。

- 20      図 9 は、デューティの総和および交流電圧  $V_{ac}$  の波形図である。図 9 を参照して、曲線k 1 は、インバータ2 0 のスイッチング制御におけるデューティの総和の変化を示し、曲線k 2 は、インバータ3 0 のスイッチング制御におけるデューティの総和の変化を示す。

この実施の形態 2 による動力出力装置1 0 0 Aにおいては、協調制御装置5 0

Aは、インバータ20のデューティの総和を曲線k1に従って商用交流周波数で周期的に変化させ、インバータ30のデューティの総和を曲線k2に従って商用交流周波数で周期的に変化させる。ここで、インバータ30のデューティの総和は、インバータ20のデューティの総和が変化する位相を反転した位相で周期的に変えられる。これにより、時刻 $t_0 \sim t_1$ においては、モータジェネレータMG1, MG2の中性点N1, N2間に正側の交流電圧 $V_{ac}$ が発生し、時刻 $t_1 \sim t_2$ においては、中性点N1, N2間に負側の交流電圧 $V_{ac}$ が発生する。

図10は、この発明の実施の形態2における協調制御装置50Aの協調制御に係る部分の構成を示す機能ブロック図である。図10を参照して、協調制御装置50Aは、図4に示した実施の形態1における協調制御装置50の構成において、電流変換部103と、MG2電流指令演算部105と、PI制御部107, 109と、変換部111とをさらに含み、協調制御部114に代えて協調制御部114Aを含む。協調制御部114Aは、実施の形態1における協調制御部114の構成において、最大値演算部118および最小値演算部120に代えて最大値演算部118Aおよび最小値演算部120Aを含む。

電流変換部103は、回転センサ66によって検出されたモータジェネレータMG2の回転位置 $\theta_2$ を用いて、電流センサ58, 60によってそれぞれ検出されたU相電流 $I_{u2}$ およびV相電流 $I_{v2}$ をd軸電流 $I_{d2}$ およびq軸電流 $I_{q2}$ に変換する。MG2電流指令演算部105は、モータジェネレータMG2のトルク指令値 $T_{R2}$ に基づいて、d, q軸におけるモータジェネレータMG2の電流指令 $I_{d2r}$ ,  $I_{q2r}$ を算出する。

PI制御部107は、電流変換部103からのd軸電流 $I_{d2}$ とMG2電流指令演算部105からの電流指令 $I_{d2r}$ との偏差を受け、その偏差を入力として比例積分演算を行ない、その演算結果を変換部111へ出力する。PI制御部109は、電流変換部103からのq軸電流 $I_{q2}$ とMG2電流指令演算部105からの電流指令 $I_{q2r}$ との偏差を受け、その偏差を入力として比例積分演算を行ない、その演算結果を変換部111へ出力する。

変換部111は、モータジェネレータMG2の回転位置 $\theta_2$ を用いて、PI制



御部 107, 109 から受ける電圧指令をモータジェネレータ MG2 の U 相電圧指令  $V_{u2r}$ 、V 相電圧指令  $V_{v2r}$  および W 相電圧指令  $V_{w2r}$  に変換する。

5 協調制御部 114A の最大値演算部 118A は、変換部 110 からの U 相電圧指令  $V_{u1r}$ 、V 相電圧指令  $V_{v1r}$  および W 相電圧指令  $V_{w1r}$ 、ならびに変換部 111 からの出力に AC 電圧指令生成部 112 からの電圧指令  $V_{acr}$  が加算された U 相電圧指令  $V_{u2r}$ 、V 相電圧指令  $V_{v2r}$  および W 相電圧指令  $V_{w2r}$  の最大値を取得して出力する。最小値演算部 120A は、U 相電圧指令  $V_{u1r}$ 、V 相電圧指令  $V_{v1r}$  および W 相電圧指令  $V_{w1r}$ 、ならびに U 相電圧指令  $V_{u2r}$ 、V 相電圧指令  $V_{v2r}$  および W 相電圧指令  $V_{w2r}$  の最小値を取得して出力する。

10 そして、協調制御部 114A は、モータジェネレータ MG1 の U 相電圧指令  $V_{u1r}$ 、V 相電圧指令  $V_{v1r}$  および W 相電圧指令  $V_{w1r}$ 、ならびにモータジェネレータ MG2 の U 相電圧指令  $V_{u2r}$ 、V 相電圧指令  $V_{v2r}$  および W 相電圧指令  $V_{w2r}$  の各々から協調制御出力  $V_{co}$  を減算し、その各演算結果をモータジェネレータ MG1, MG2 の最終電圧指令として PWM 信号生成部 116 へ出力する。

この実施の形態 2 における協調制御装置 50A においては、電流変換部 103、MG2 電流指令演算部 105、PI 制御部 107, 109 および変換部 111 によってモータジェネレータ MG2 の駆動トルクも制御しつつ、協調制御部 114A によってインバータ 20, 30 の協調制御が行なわれる。

20 以上のように、この実施の形態 2 による動力出力装置 100A によれば、エンジン ENG に連結されたモータジェネレータ MG1 によって回生発電を行ない、かつ、駆動輪に連結されたモータジェネレータ MG2 によって駆動輪に駆動トルクを発生しつつ、モータジェネレータ MG1, MG2 の中性点間に歪みの少ない最大限の交流電力を生成して AC コンセント 40 に接続される外部交流負荷へ出力することができる。

### [実施の形態 3]

実施の形態 3 では、モータジェネレータ MG1, MG2 の内部インピーダンスによる電圧降下が補償され、モータジェネレータ MG1, MG2 の中性点間に発

生する交流電圧  $V_{ac}$  の変動の抑制が図られる。

再び図 1 を参照して、実施の形態 3 による動力出力装置 100B は、実施の形態 1 による動力出力装置 100 の構成において、協調制御装置 50 に代えて協調制御装置 50B を備える。実施の形態 3 による動力出力装置 100B のその他の構成は、実施の形態 1 による動力出力装置 100 の構成と同じである。

図 11 は、この発明の実施の形態 3 における協調制御装置 50B の協調制御に係る部分の構成を示す機能ブロック図である。図 11 を参照して、協調制御装置 50B は、図 10 に示した実施の形態 2 における協調制御装置 50A の構成において、協調制御部 114A に代えて協調制御部 114B を含む。協調制御部 114B は、協調制御部 114A の構成において、電圧補償部 123 をさらに含む。

電圧補償部 123 は、第 1 から第 3 の演算部 124, 126, 128 とからなる。第 1 の演算部 124 は、図示されない電流センサ 62 によって検出された交流電流  $I_{ac}$  にモータジェネレータ MG1, MG2 の電機子抵抗  $R$  を乗算し、その演算結果を出力する。第 2 の演算部 126 は、交流電流  $I_{ac}$  の微分演算を行ない、その演算結果を第 3 の演算部 128 へ出力する。第 3 の演算部 128 は、第 2 の演算部 126 からの演算結果にモータジェネレータ MG1, MG2 の電機子インダクタンス  $L$  を乗算し、その演算結果を出力する。

ここで、モータジェネレータ MG1, MG2 の電機子抵抗  $R$  は、モータジェネレータ MG1 の電機子抵抗  $R_1$  とモータジェネレータ MG2 の電機子抵抗  $R_2$  との和であり、モータジェネレータ MG1, MG2 の電機子インダクタンス  $L$  は、モータジェネレータ MG1 の電機子インダクタンス  $L_1$  とモータジェネレータ MG2 の電機子インダクタンス  $L_2$  との和である。

そして、第 1 および第 3 の演算部 124, 128 からの出力値を加算した値がモータジェネレータ MG1, MG2 の内部インピーダンスによる電圧降下を補償する補正值として AC 電圧指令生成部 112 からの電圧指令  $V_{acr}$  に加算され、この補正された AC 電圧指令が変換部 111 からの出力に加算される。

なお、協調制御装置 50B のその他の動作については、実施の形態 2 における協調制御装置 50A の動作と同じである。

なお、上記においては、電機子抵抗  $R$  および電機子インダクタンス  $L$  を用いて

表わされるモータジェネレータMG 1, MG 2のモデルに基づいてモータジェネレータMG 1, MG 2の内部インピーダンスによる電圧降下を補償するものとしたが、モータジェネレータMG 1, MG 2の中性点間に発生した交流電圧 $V_{ac}$ を測定し、その測定した交流電圧 $V_{ac}$ を用いてフィードバック演算を行なうこと  
5 によってモータジェネレータMG 1, MG 2の内部インピーダンスによる電圧降下を補償するようにしてもよい。

以上のように、この実施の形態3による動力出力装置100Bによれば、モータジェネレータMG 1, MG 2の内部インピーダンスによる電圧降下を補償するようにしたので、インバータ20, 30からの電圧指令の精度が向上し、その結果、モータジェネレータMG 1, MG 2の中性点間に発生する交流電圧 $V_{ac}$ の変動を抑制することができる。  
10

そして、上述したように、実施の形態2による動力出力装置100Aまたは実施の形態3による動力出力装置100Bは、ハイブリッド自動車に搭載される。

図12は、この発明の実施の形態2による動力出力装置100Aまたは実施の形態3による動力出力装置100Bが搭載されたハイブリッド自動車のパワー  
15 レーンを示すブロック図である。図12を参照して、モータジェネレータMG 1は、エンジンENGに連結され、エンジンENGを始動するとともに、エンジンENGからの回転力によって回生発電する。モータジェネレータMG 2は、駆動輪70に連結され、駆動輪70を駆動するとともに、ハイブリッド自動車の回生  
20 制動時に発電する。

そして、ACコンセント40には、外部交流負荷であるAC負荷80のコンセント45が接続され、動力出力装置100Aまたは100Bは、ACコンセント40およびコンセント45を介してAC負荷80に交流電圧 $V_{ac}$ を供給する。  
これにより、AC負荷80は、ハイブリッド自動車から交流電圧 $V_{ac}$ の供給を  
25 受けて動作することができる。

このように、この発明による動力出力装置が搭載されたこのハイブリッド自動車は、たとえば商用交流電源として利用できる。そして、このハイブリッド自動車は、交流電圧 $V_{ac}$ を発生するための専用インバータを備えないので、車両の小型化や軽量化、低コスト化などを実現しつつ、電源装置としての付加価値を有

する。

なお、上記においては、動力出力装置は、ハイブリッド自動車に搭載されると説明したが、この発明においては、これに限らず、動力出力装置は、電気自動車や燃料電池自動車に搭載されてもよい。

- 5      なお、上記において、モータジェネレータMG 1, MG 2は、それぞれこの発明における「第1のモータジェネレータ」および「第2のモータジェネレータ」に対応し、インバータ20, 30は、それぞれこの発明における「第1のインバータ」および「第2のインバータ」に対応する。また、協調制御装置50, 50A, 50Bは、この発明における「制御装置」に対応し、バッテリーBは、この発明における「直流電源」に対応する。
- 10

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。



## 請求の範囲

1. 第1および第2のモータジェネレータと、

5 前記第1および第2のモータジェネレータにそれぞれ接続され、電圧供給線から入力電圧を受ける第1および第2のインバータと、

前記入力電圧を用いて前記第1および第2のモータジェネレータの中性点間に交流電圧を発生させるように、前記第1および第2のインバータの動作を制御する制御装置とを備え、

10 前記制御装置は、前記第1および第2のモータジェネレータへの電圧指令の最大値と最小値との中間値が前記入力電圧の中間電位となるように前記第1および第2のインバータを協調制御する、動力出力装置。

2. 前記制御装置は、前記入力電圧を用いて前記第1および第2のモータジェネレータの少なくとも一方を駆動させるように、前記第1および/または第2のインバータの動作をさらに制御する、請求の範囲第1項に記載の動力出力装置。

15 3. 前記制御装置は、前記中間値を演算し、かつ、その演算した中間値を前記第1および第2のモータジェネレータの各相電圧指令から減算することによって前記第1および第2のインバータを協調制御する協調制御部を含む、請求の範囲第1項に記載の動力出力装置。

20 4. 前記制御装置は、前記第1および第2のモータジェネレータの内部インピーダンスによる電圧降下を補償する電圧補償部を含む、請求の範囲第1項に記載の動力出力装置。

25 5. 前記電圧補償部は、前記第1および第2のモータジェネレータの中性点間に流される交流電流に基づいて電圧補償値を演算し、その演算した電圧補償値を用いて前記第1および第2のモータジェネレータの中性点間に発生させる交流電圧の指令値を補正する、請求の範囲第4項に記載の動力出力装置。

6. 直流電源と、

前記直流電源から出力される直流電圧を昇圧して前記電圧供給線に出力する昇圧コンバータとをさらに備え、

前記制御装置は、前記直流電源からの直流電圧を前記入力電圧に昇圧するよう

に、前記昇圧コンバータの動作をさらに制御する、請求の範囲第 1 項に記載の動力出力装置。

7. 請求の範囲第 1 項から第 6 項のいずれか 1 項に記載の動力出力装置と、

前記動力出力装置の第 1 のモータジェネレータに連結される内燃機関と、

5 前記動力出力装置の第 2 のモータジェネレータに連結され、前記第 2 のモータジェネレータによって駆動される駆動輪とを備え、

前記動力出力装置の制御装置は、前記入力電圧を用いて前記第 1 および第 2 のモータジェネレータを駆動させ、かつ、前記第 1 および第 2 のモータジェネレータの中性点間に交流電圧を発生させるように、前記動力出力装置の第 1 および第

10 2 のインバータの動作を制御し、

前記第 1 および第 2 のモータジェネレータは、互いの中性点間に発生した交流電圧を前記中性点間に電氣的に接続される外部電気負荷へ出力する、車両。

FIG.1

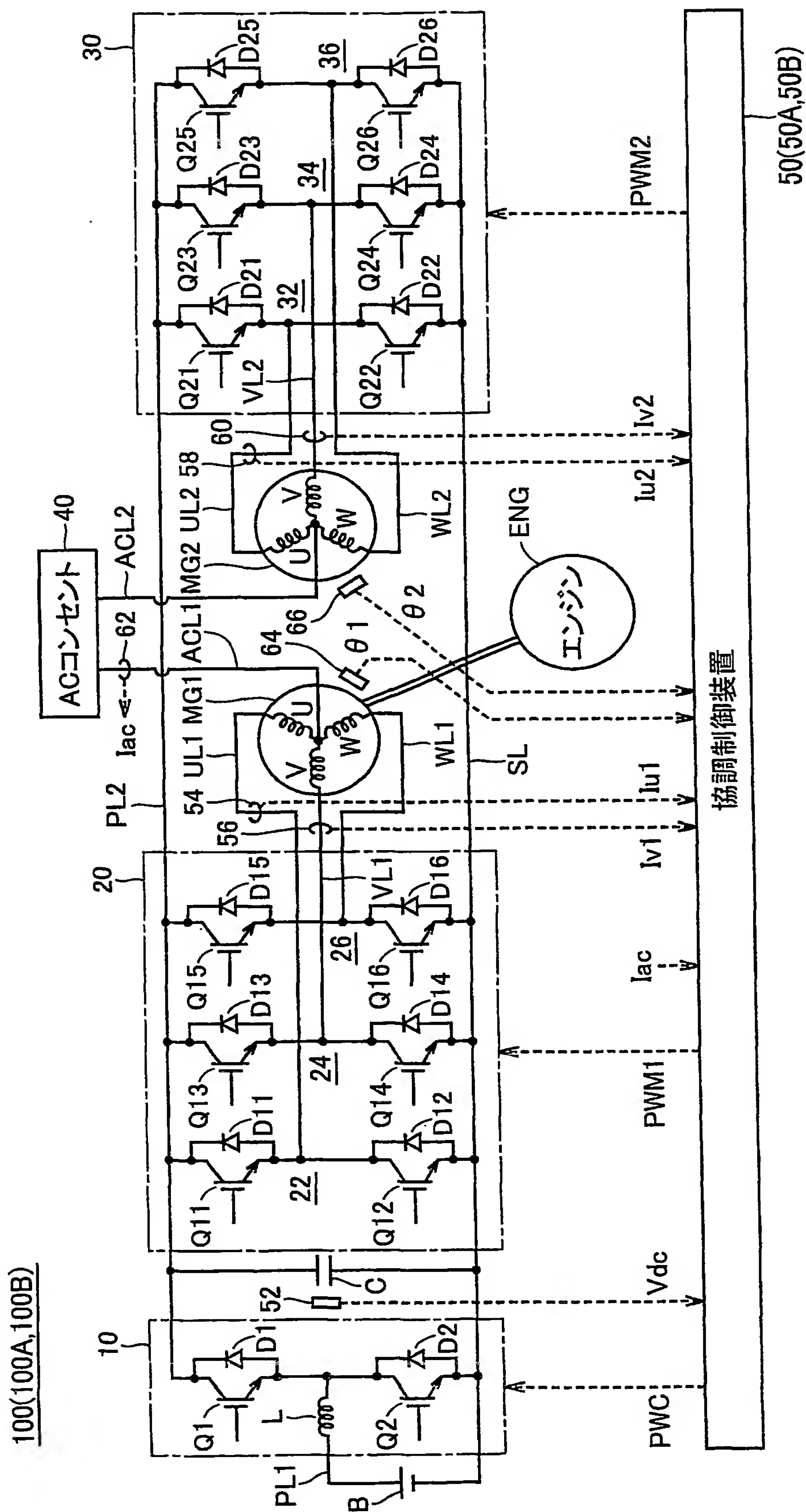


FIG.2

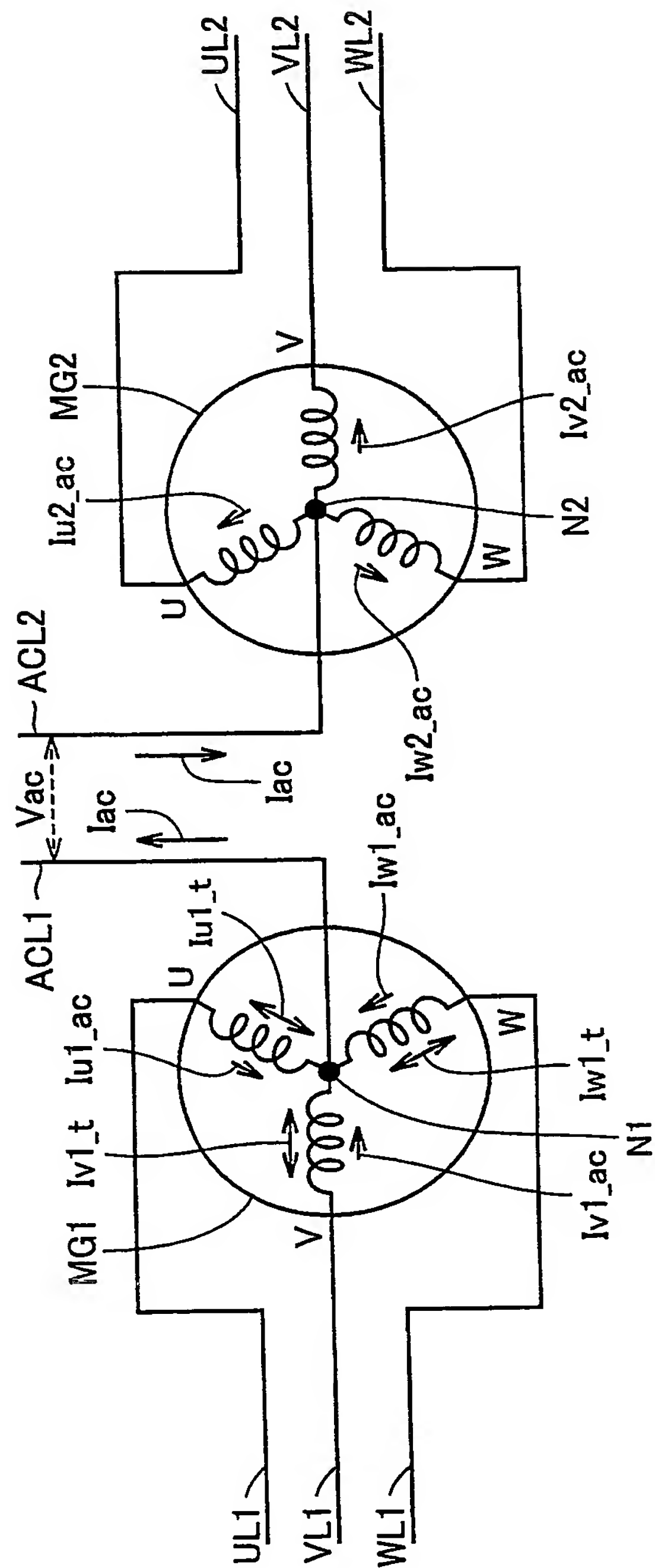




FIG.3

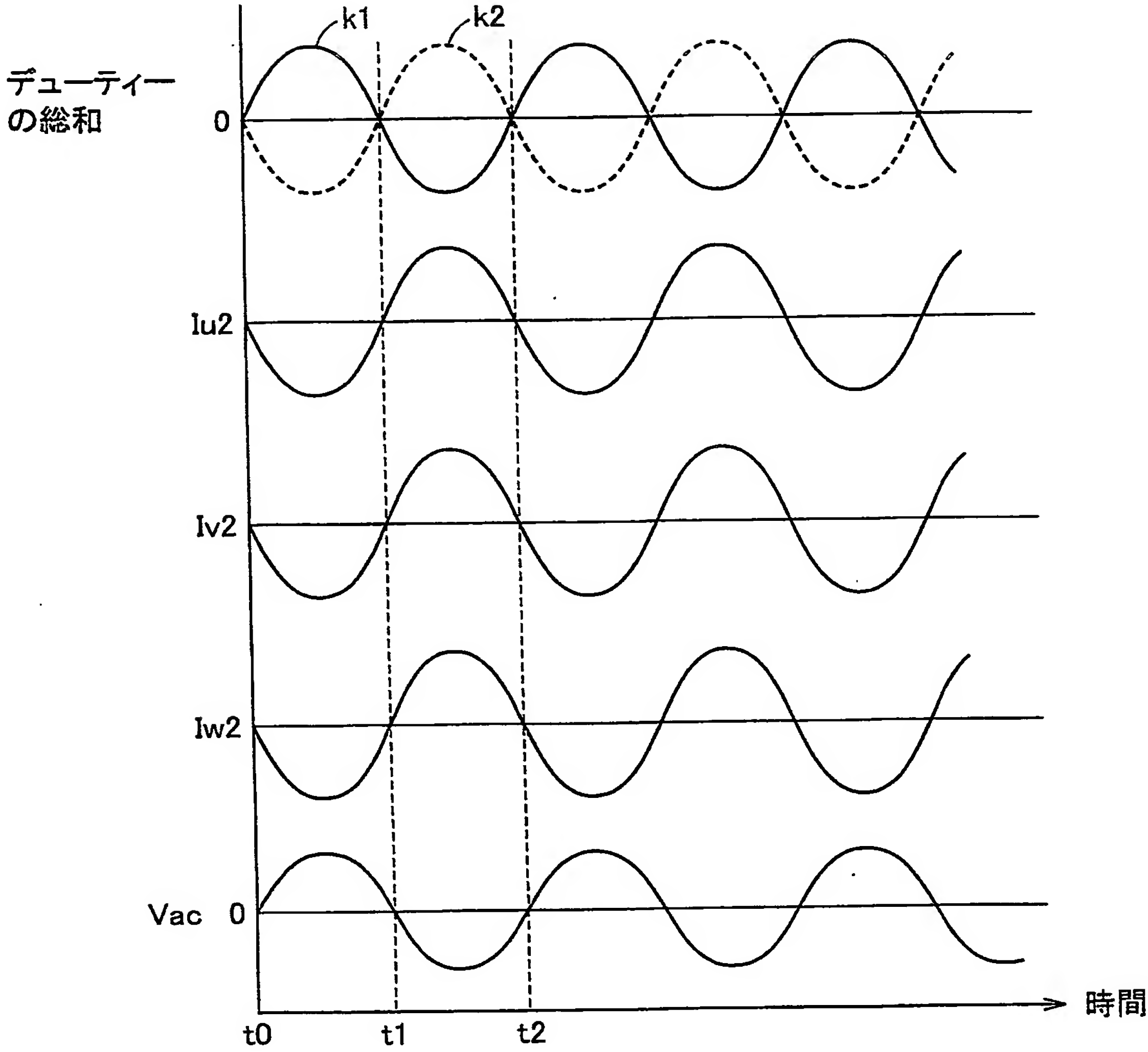


FIG.4

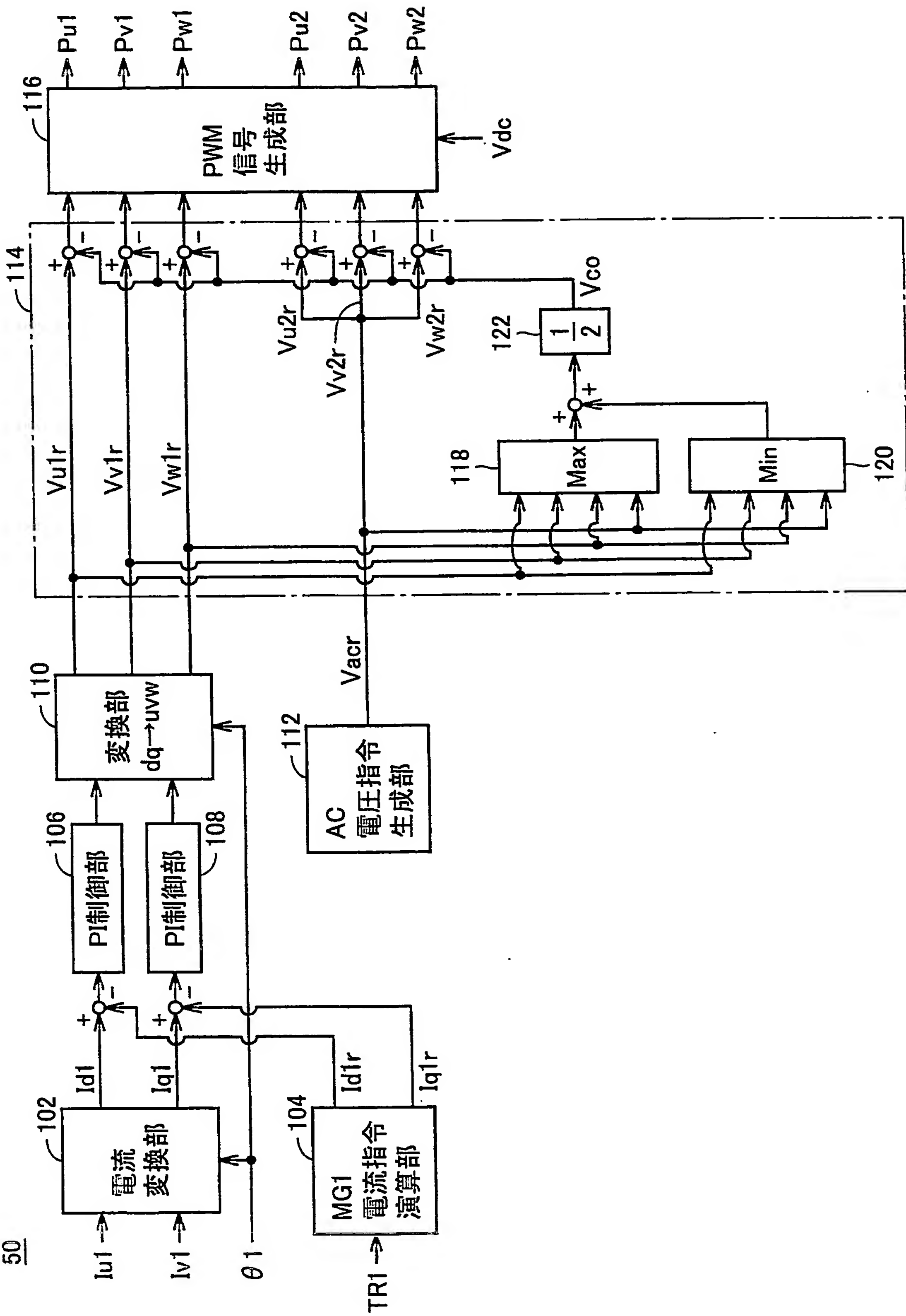


FIG.5

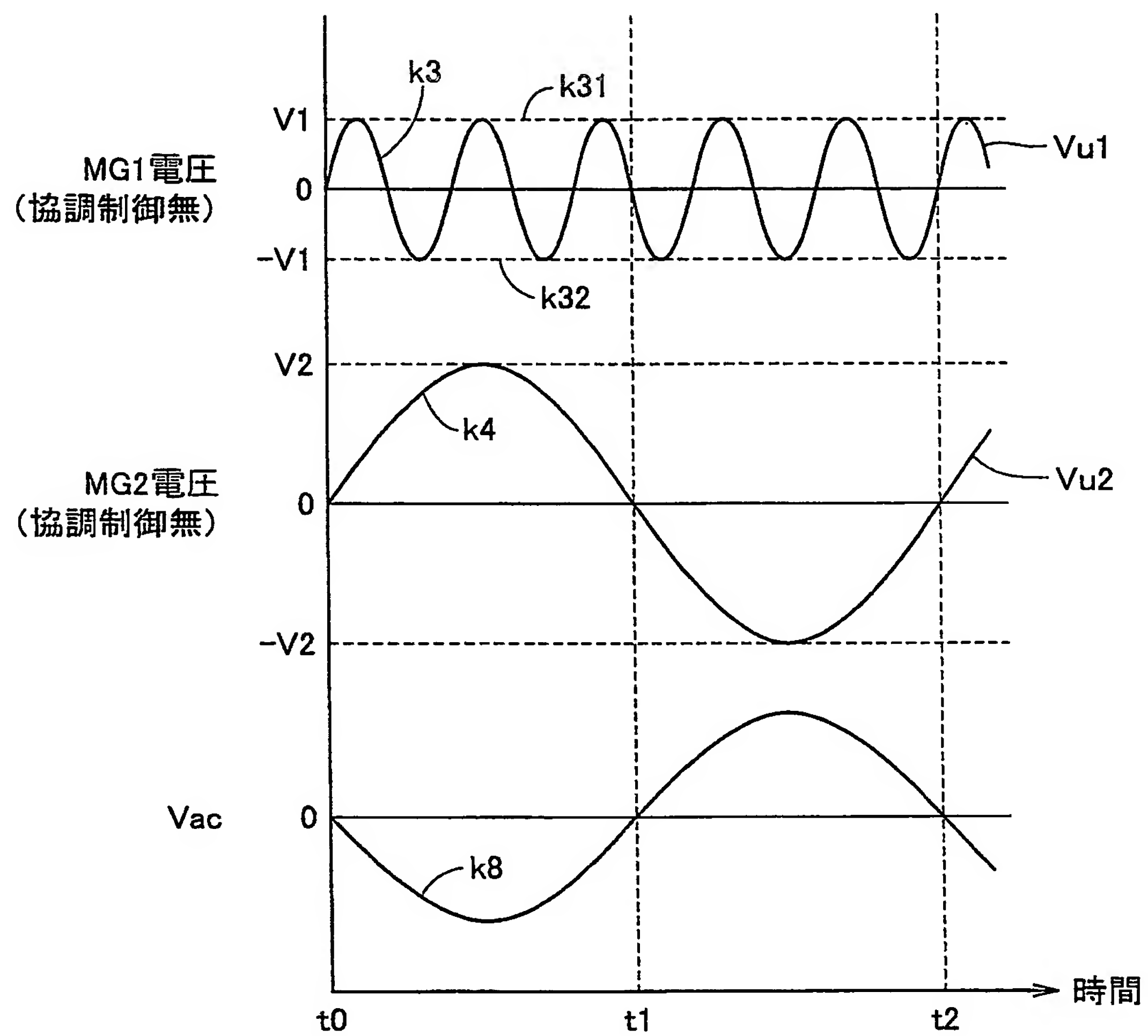


FIG.6

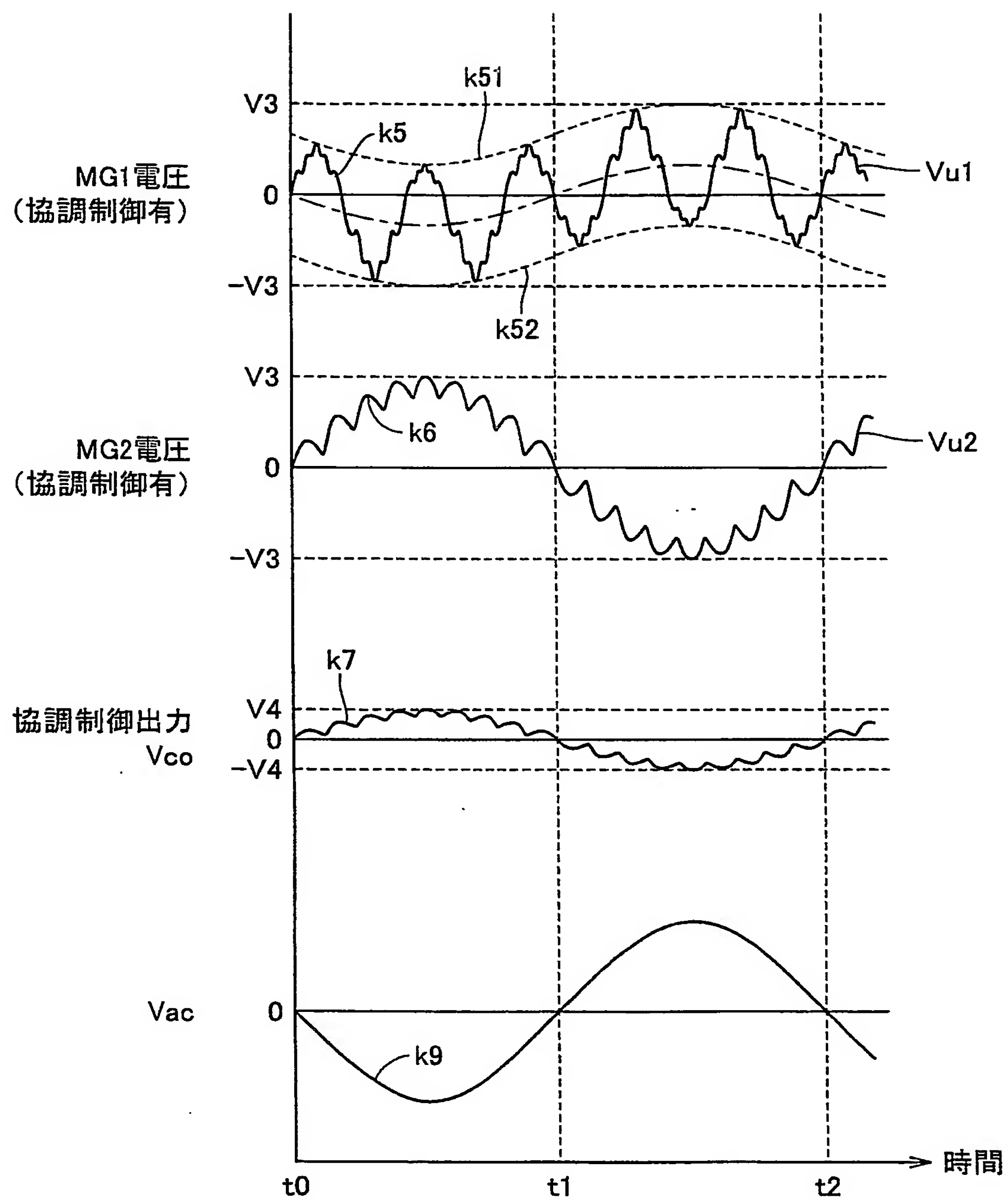
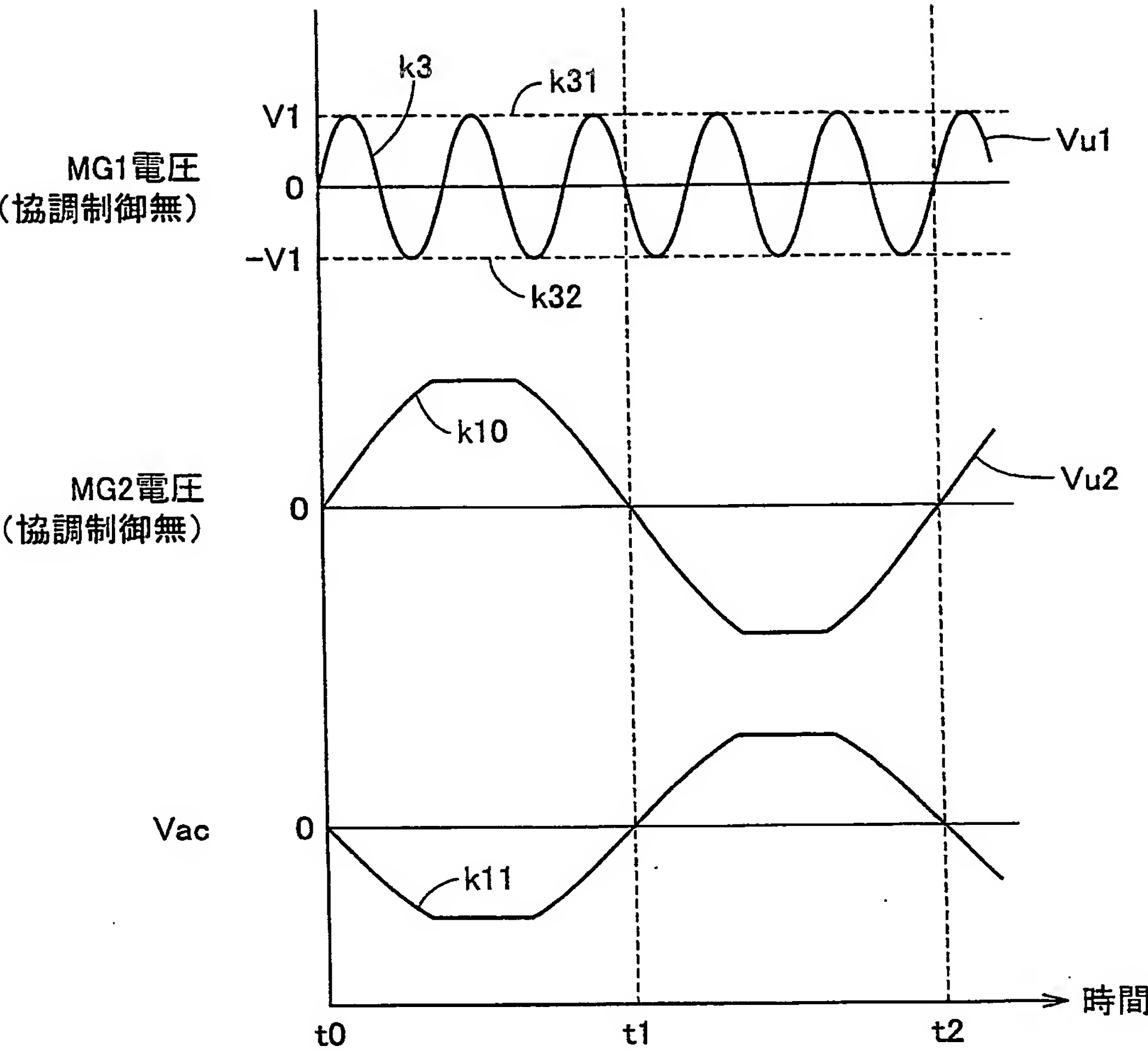




FIG.7



**FIG. 8**

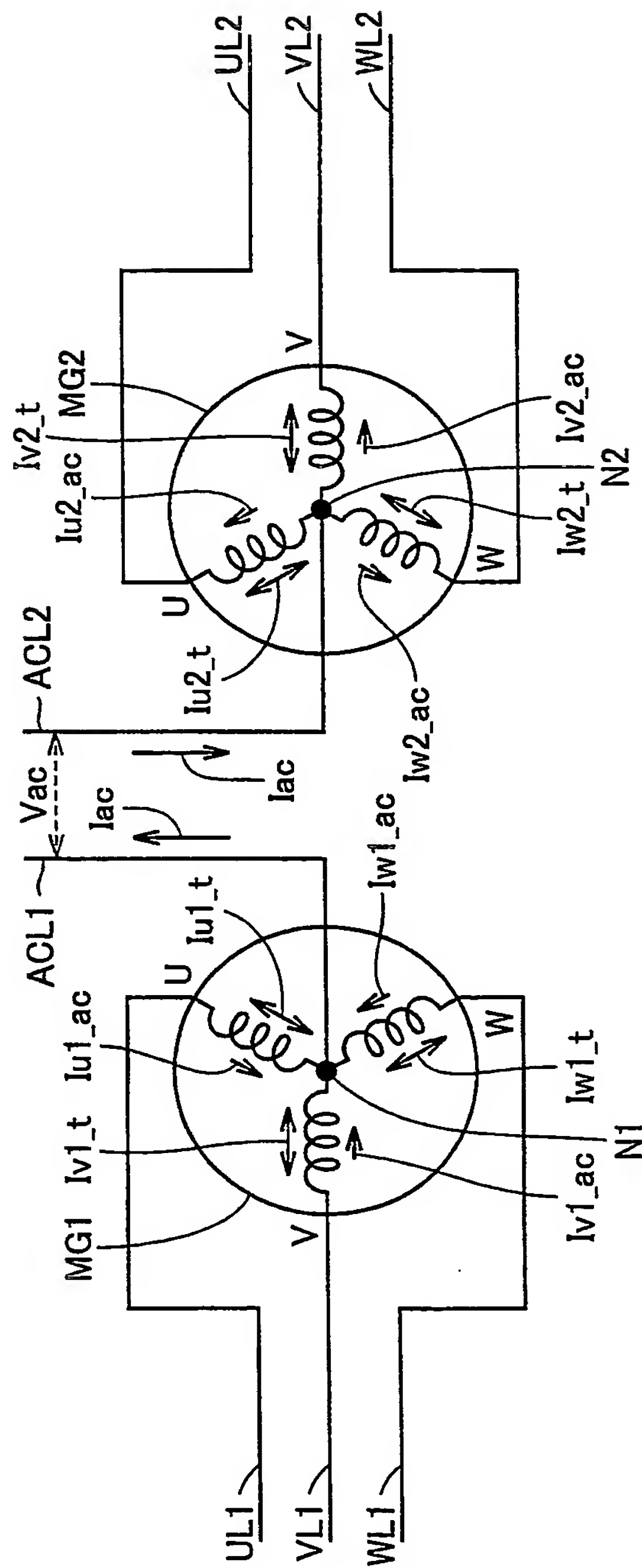


FIG.9

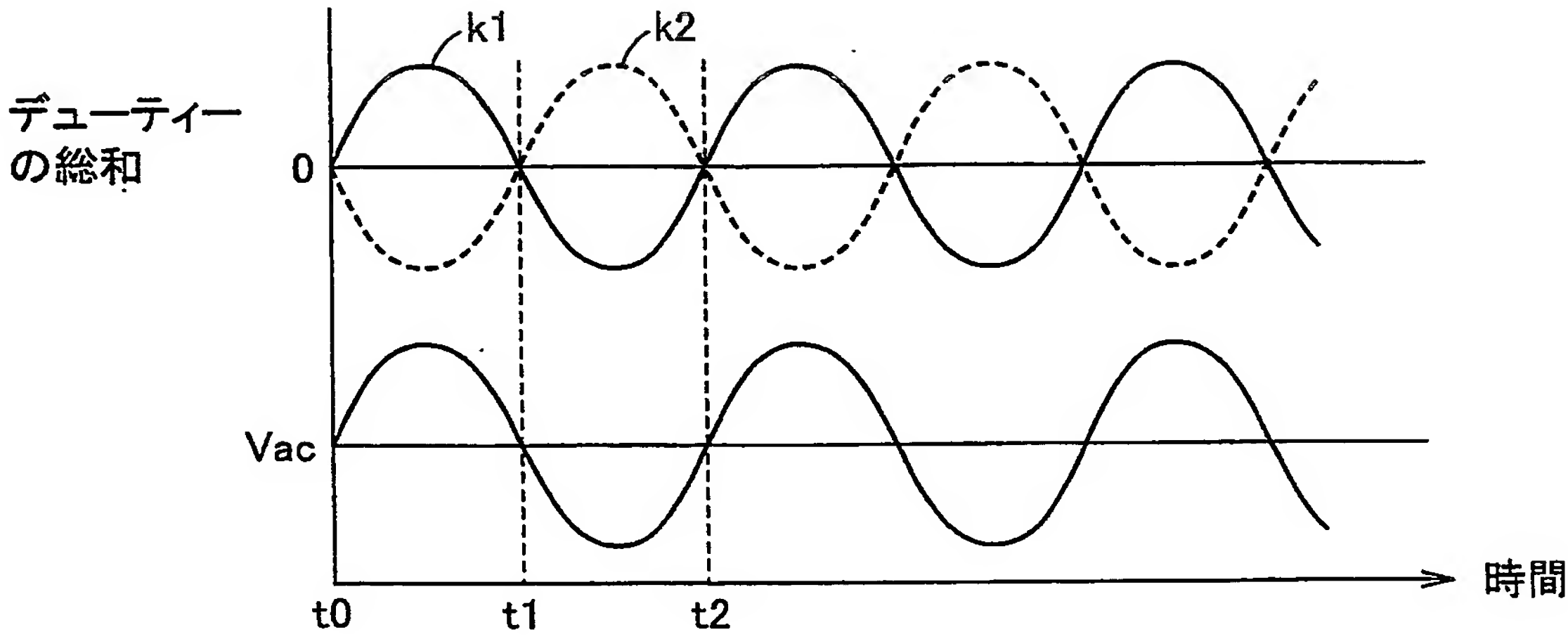


FIG.10  
50A

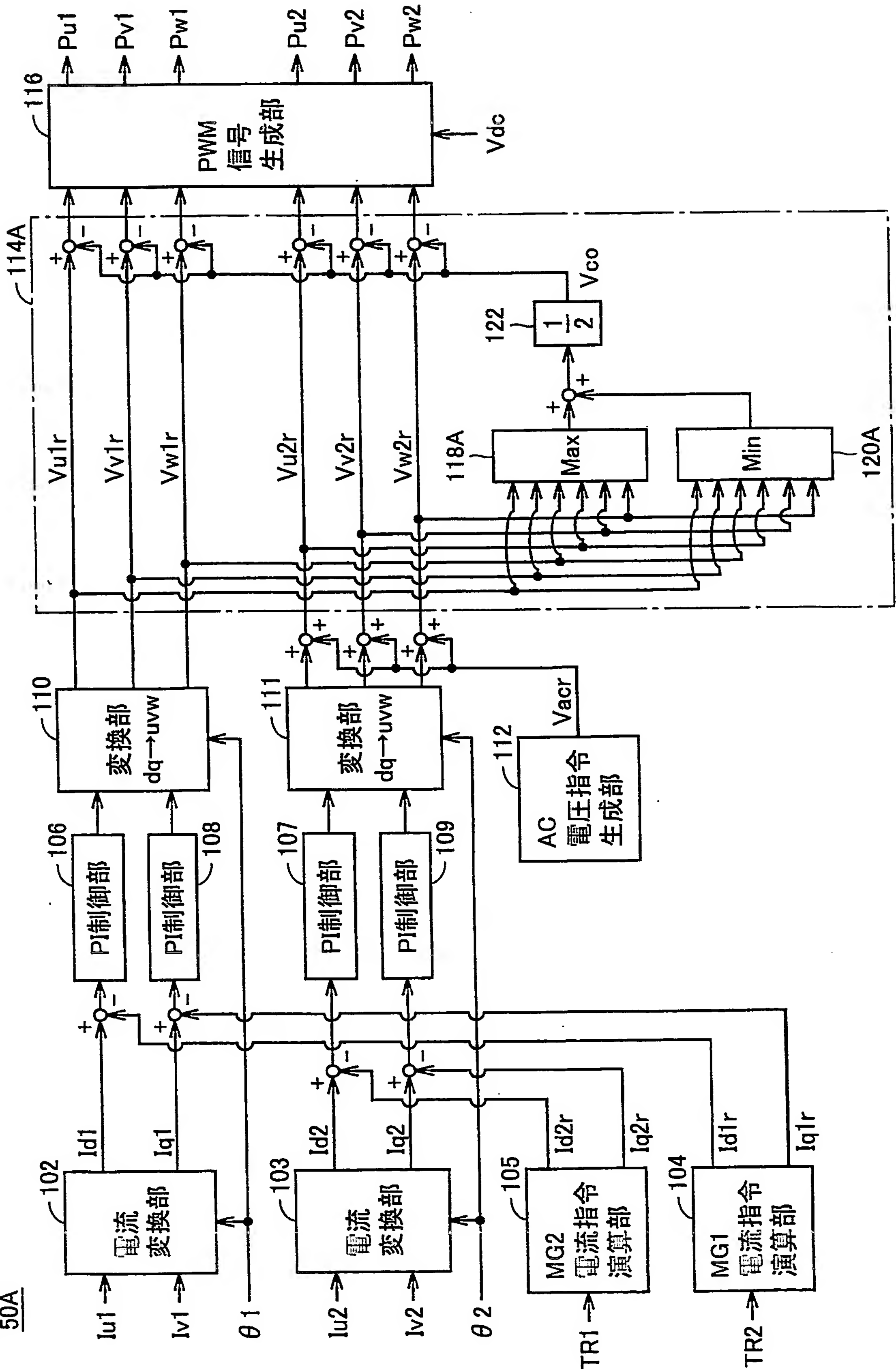




FIG.11  
50B

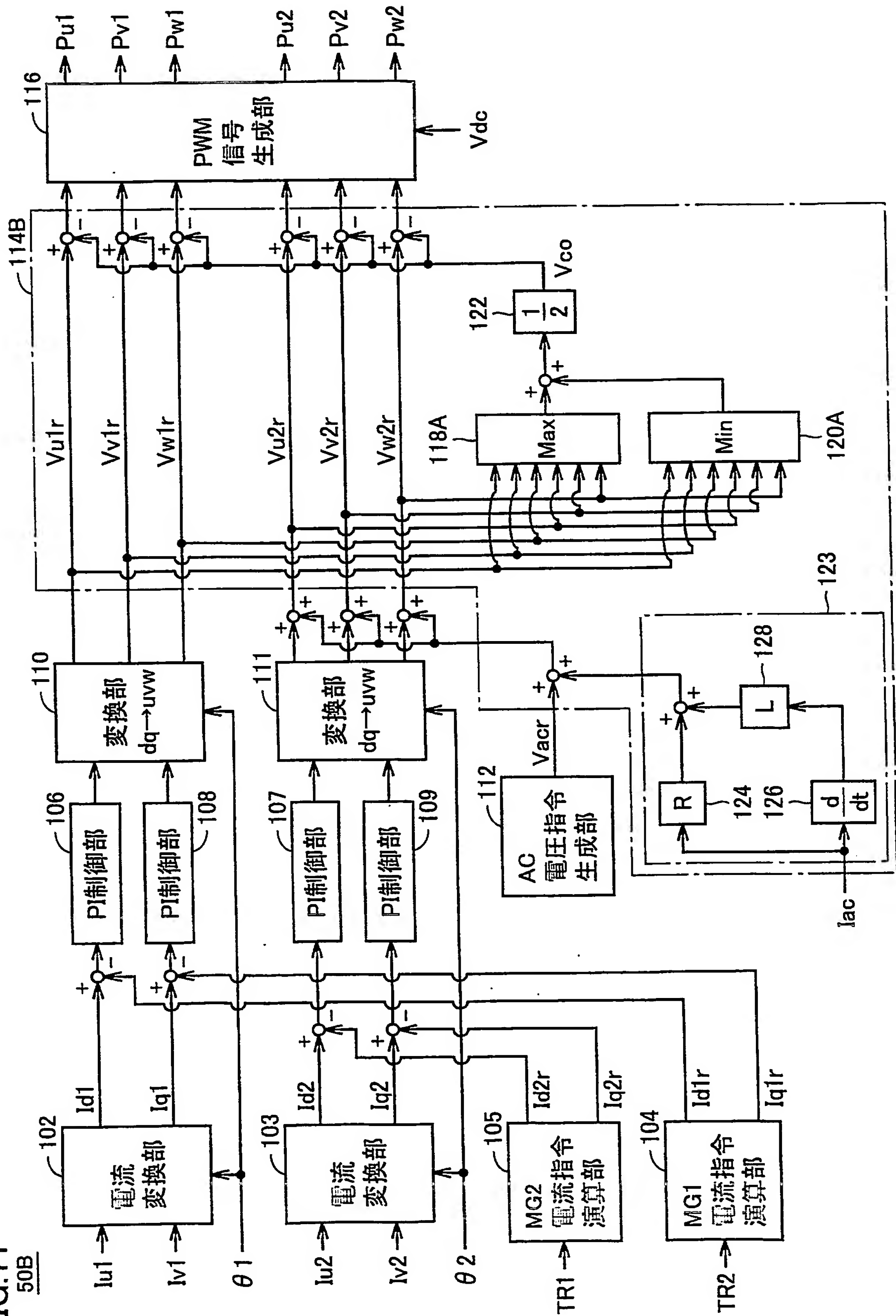


FIG.12

